

**MANUFACTURE OF CERAMICS HEATER**

Patent Number: JP7201458  
Publication date: 1995-08-04  
Inventor(s): UMEMOTO KOUICHI; others: 02  
Applicant(s): NGK INSULATORS LTD  
Requested Patent: ☐ JP7201458  
Application Number: JP19930335654 19931228  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H05B3/20; B28B11/00; B28B23/00  
EC Classification:  
Equivalents: JP2831925B2

**Abstract**

**PURPOSE:**To reduce a cost of manufacture by shortening a manhour required for manufacturing a ceramics heater, simplifying a process of manufacture, and improving efficiency of utilizing an equipment of manufacture, in the case of manufacturing a plurality of the ceramics heaters.

**CONSTITUTION:**A plurality of resistance heating units are buried in the inside of a molded unit formed of ceramics powder. This molded unit is burned to manufacture a burned body 7A. By dividing the burned body 7A, a plurality of ceramics heaters 6 and 16 are fabricated. For instance, the molded unit is formed into a disk shape, to bury internal/external peripheral side resistance heating units 3B, 3A in the inside of the molded unit. The burned body 7A is divided, to manufacture the disk-shaped ceramics heater 16 of burying the internal peripheral side resistance heating unit 3B and the plane circular annular shaped ceramics heater 6 of burying the external peripheral side resistance heating unit 3A.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201458

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 B 3/20

B 2 8 B 11/00

23/00

識別記号

3 5 6

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 8 B 11/ 00

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-335654

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 梅本 健一

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 ▲のぼり▼ 和宏

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 左近 淳司

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

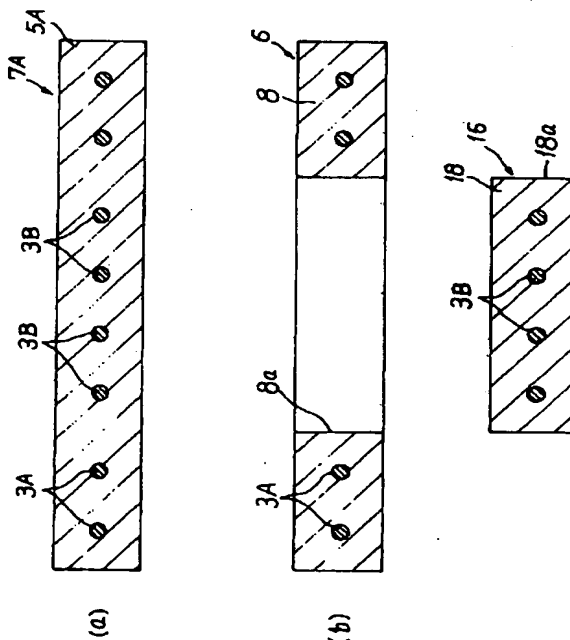
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54) 【発明の名称】 セラミックスヒーターの製造方法

(57) 【要約】

【目的】複数のセラミックスヒーターを製造するのに際し、セラミックスヒーターの製造にかかる延べ時間を短くし、製造工程を簡略化し、製造設備の利用効率を向上させ、製造コストを低減すること

【構成】セラミックス粉末からなる成形体の内部に抵抗発熱体を複数個埋設する。この成形体を焼成して焼成体7Aを製造する。焼成体7Aを分割することにより、複数のセラミックスヒーター6と16とを作成する。例えば、成形体の形状を円盤状とし、成形体の内部に、内周側抵抗発熱体3Bと外周側抵抗発熱体3Aとを埋設する。焼成体7Aを分割し、内周側抵抗発熱体3Bが埋設されている円盤状のセラミックスヒーター16と、外周側抵抗発熱体3Aが埋設されている平面円環形状のセラミックスヒーター6とを製造する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミックス基体内に抵抗発熱体が埋設されているセラミックスヒーターを製造する方法であって：セラミックス粉末からなる成形体の内部に前記抵抗発熱体を複数個埋設する工程；この成形体を焼成して焼成体を製造する工程；及びこの焼成体を分割することにより、前記セラミックスヒーターを複数個作成する工程を有することを特徴とする、セラミックスヒーターの製造方法。

【請求項2】前記成形体の形状が円盤状であり、この成形体の内部に、内周側抵抗発熱体と外周側抵抗発熱体とを埋設し、前記焼成体を分割することにより、前記内周側抵抗発熱体が埋設されている円盤状のセラミックスヒーターと、前記外周側抵抗発熱体が埋設されている平面円環形状のセラミックスヒーターとを製造する、請求項1記載のセラミックスヒーターの製造方法。

【請求項3】前記成形体の形状が盤状であり、前記焼成体を分割することにより、それぞれ前記抵抗発熱体が埋設されている盤状のセラミックスヒーターを製造する、請求項1記載のセラミックスヒーターの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、セラミックスヒーターの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、エッチング装置、化学的気相成長装置等の半導体装置においては、いわゆるステンレスヒーターや、間接加熱方式のヒーターが一般的であった。しかし、これらの熱源を用いると、ハロゲン系腐食性ガスの作用によってパーティクルが発生することがあり、また熱効率が悪かった。こうした問題を解決するため、本発明者は、緻密質セラミックス基材の内部に、高融点金属からなるワイヤーを埋設したセラミックスヒーターを提案した。このワイヤーは、円盤状基材の内部で螺旋状に巻回されており、かつこのワイヤーの両端に端子を接続する。こうしたセラミックスヒーターは、特に半導体製造用として優れた特性を有していることが判った。

【0003】こうしたセラミックスヒーターを製造する際には、高融点金属からなるワイヤーを巻回して巻回体を得、この巻回体の両端に端子を接続する。一方、プレス成形機内にセラミックス粉末を仕込み、ある程度の硬さになるまで予備成形する。この際、予備成形体の表面に、所定の平面的パターンに沿って連続的な凹部ないし溝を設ける。巻回体をこの凹部に收容し、この上にセラミックス粉末を充填し、この粉末を一軸加圧成形して円盤状成形体を作成し、円盤状成形体をホットプレス焼結させ、円盤状の焼結体を製造する。

【0004】一方、現在、特に半導体プロセスにおいては、一度に処理しうる半導体の分量を増加させるために、半導体ウェハーが大型化する傾向にある。従って、

こうした用途に適用する場合には、セラミックスヒーターの面積を増大させる必要がある。しかし、セラミックスヒーターの面積が大きくなると、その温度分布の均一性を保持することが困難となるし、加熱サイクルによる熱応力によって、基材が破壊する可能性が増大する。これらの理由から、円盤状のセラミックスヒーターを大型化させることは、一般には困難である。

【0005】そこで、本発明者は、円盤状のセラミックスヒーターの外周に、円環形状のセラミックスヒーターを設置することを検討した。これは、大型化した半導体ウェハーの全体を均一に加熱できるようにするためである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このように、円環形状のセラミックスヒーターと、円盤状のセラミックスヒーターとを、別個に製造する際には、次の問題が生ずることが判明した。即ち、円環形状のセラミックスヒーターを製造するには、次のような工程が必要である。図8に模式的に示すように、プレス成形機の下型4には、型枠1が嵌め合わされている。下型4の上で、型枠1の内側面1aに沿って、セラミックス粉末を所定量充填する。このセラミックス粉末を、ある程度の硬さになるまで予備成形する。例えばワイヤー形状の抵抗発熱体3Aを、この凹部に收容し、この上にセラミックス粉末を充填し、この粉末を一軸加圧成形し、円盤状成形体12を作成する。この際、円盤状成形体12の外周側のみに、抵抗発熱体3Aを埋設し、内周側には抵抗発熱体を埋設しない。

【0007】この円盤状成形体をホットプレス焼結させ、図9(a)に示すように、円盤状の焼成体17を製造する。セラミックス基体15の外周側の内部に、抵抗発熱体3Aが埋設されている。このセラミックス基体17を平面研削加工し、次いでその側周面を、円形となるように研削加工する。次いで、超音波加工等によってセラミックス基体15の内周側をくり抜き、図9(b)に示すように、円盤状の廃棄材30を削りだす。この結果、平面的に見て円環形状の、盤状のセラミックスヒーター6が形成される。この際、円環形状のセラミックス基体8の内部に、抵抗発熱体3Aが設けられている。セラミックス基体8の内周面8a内に、円盤状のセラミックスヒーターを設置する。

【0008】しかし、こうした製造方法によれば、円環形状のヒーター6と、円盤状のヒーターとを、別個に製造する必要がある。即ち、それぞれ、抵抗発熱体を予備成形体の上に設置し、成形体を作成し、焼成し、平面研削加工及び円形に加工する必要がある。このため、製造にかかる延べ時間が長くなり、製造設備、特に成形用金型及びホットプレス焼成設備が長時間占拠されるので、製造コストが高む。

【0009】また、図9(a)に示すように、一旦セラ

ミックス基体15を製造した後、図9(b)に示すように、廃棄材30を除去し、廃棄する必要がある。従って、廃棄材30の材料であるセラミックス粉末が無駄になるし、廃棄材30を製造するために必要であった、成形、ホットプレス焼成等の各工程が、無駄になる。

【0010】また、図10に模式的に示すような型を、プレス成形用型又はホットプレス用型として使用し、円環形状のセラミックスヒーターを製造することも、考えられる。ここでは、ホットプレス焼結用に、図10の型を使用した場合について説明すると、型枠31内に下型33が設置されており、下型33に、円柱形状の突起33aが形成されている。上型32には、平面的に見て円環形状の突起32aが設けられている。円環形状の成形体34は、外周側の抵抗発熱体3Aを備えている。下型33の突起33aの周囲に、成形体34を設置し、突起32aを、突起33aに嵌め合わせて固定する。この状態でホットプレス焼結を実施する。

【0011】しかし、焼成後には、成形体34の焼結品の外周面が、型枠31の内周面31aと反応し、かつ、成形体34の焼結品の内周面が、下型33の突起33aの側周面33bと反応し、共に黒皮を生ずる。従って、円環形状の焼結品(セラミックスヒーター)を、この型から取り出すためには、ホットプレス用の型を破壊する必要がある。このような方法では、高価なホットプレス型を使い捨て使用する必要があるので、非常にコストが高いため、非現実的である。

【0012】本発明の課題は、セラミックスヒーターの製造にかかる延べ時間を短くし、製造工程を簡略化し、製造設備の利用効率を向上させ、製造コストを低減することである。

【0013】更に、本発明の課題は、上記したような廃棄材の発生を防止し、これにより、廃棄材の材料の無駄を無くし、廃棄材の製造に必要な設備、エネルギー等の無駄をなくすることである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、セラミックス基体内に抵抗発熱体が埋設されているセラミックスヒーターを製造する方法に係るものであり、セラミックス粉末からなる成形体の内部に抵抗発熱体を複数個埋設する工程；この成形体を焼成して焼成体を製造する工程；及び、この焼成体を分割することにより、セラミックスヒーターを複数個作成する工程を有することを特徴とする。

【0015】

【作用】本発明によれば、成形体の内部に抵抗発熱体を複数個埋設し、焼成工程の後、焼成体を分割することにより、セラミックスヒーターを複数個作成している。即ち、成形工程で作成する成形体は1つであり、焼成工程で作成する焼成体も1つであるが、結果として、複数個のセラミックスヒーターを製造することができる。

【0016】むしろ、従来は、複数のセラミックスヒーターを製造するためには、成形工程において複数個の成形体を製造しなければならず、焼成工程でも複数の焼成体を製造しなければならなかった。従って、本発明によれば、セラミックスヒーターの製造にかかる延べ時間を短くし、製造工程を簡略化し、製造設備の利用効率を向上させ、製造コストを低減することができる。

【0017】本発明の好適な態様においては、成形体の形状が円盤状であり、この成形体の内部に、内周側抵抗発熱体と外周側抵抗発熱体とを埋設する。この焼成体を分割することにより、内周側抵抗発熱体が埋設されている円盤状のセラミックスヒーターと、外周側抵抗発熱体が埋設されている平面円環形状のセラミックスヒーターとを製造する。

【0018】従って、上記の作用効果に加えて、前記したような廃棄材30が発生しない。これにより、廃棄材の材料の無駄を無くし、廃棄材の製造に必要な設備、エネルギー等の無駄をなくすることができる。

【0019】また、本発明の他の態様においては、成形体の形状が盤状であり、前記焼成体を分割することにより、それぞれ抵抗発熱体が埋設されている盤状のセラミックスヒーターを製造する。

【0020】特定分野においては、半導体ウエハの場合とは逆に、比較的に小型のセラミックスヒーターを多数製造する必要がある。こうした場合には、1つの盤状の焼成体から、複数個のセラミックスヒーターを切り出すことができれば、製造工程の簡略化、製造設備の利用効率の向上という作用効果が特に大きく、従って、大幅に製造コストを低減することができる。

30 【0021】

【実施例】基体を構成するセラミックスとしては、窒化珪素、窒化アルミニウム、サイアロン等を例示できる。本発明者の研究によれば、耐熱衝撃性の観点からは、窒化珪素が特に好ましく、ハロゲン系腐食性ガス等に対する耐蝕性の点では、窒化アルミニウムが好ましい。抵抗発熱体を構成する高融点金属としては、タングステン、モリブデン、これらの合金等が好ましい。

【0022】図1、図2、図3を参照しつつ、本発明の実施例について説明する。図1に模式的に示すように、プレス成形機の下型4には、型枠1が嵌め合わされている。セラミックス粉末を、ある程度の硬さになるまで予備成形する。例えばワイヤー形状の抵抗発熱体3A、3Bを、この凹部に収容し、この上にセラミックス粉末を充填し、この粉末を一軸加圧成形し、円盤状成形体2を作成する。この際、円盤状成形体2の外周側には抵抗発熱体3Aを埋設し、内周側には抵抗発熱体3Bを埋設する。

【0023】円盤状成形体2をホットプレス焼結させ、図2(a)に示すように、円盤状焼成体7Aを製造する。セラミックス基体5Aの外周側の内部には、抵抗発

熱体3Aが埋設されている。セラミックス基体5Aの内周側の内部には、抵抗発熱体3Bが埋設されている。セラミックス基体7Aを平面研削加工し、次いでその側周面を、円形となるように研削加工する。

【0024】次いで、超音波加工等によってセラミックス基体5Aの内周側をくり抜き加工する。この結果、図2(b)及び図3に示すように、平面的に見て円環形状の、盤状のセラミックスヒーター6を製造でき、かつ、円盤状セラミックスヒーター16を製造できる。

【0025】円環形状のセラミックス基体8の内部に、抵抗発熱体3Aが設けられている。抵抗発熱体3Aの端部に、端子9A、9Bが、それぞれ接続されている。本実施例では、抵抗発熱体3Aが、端子9Aと9Bとの間で、約2周しているが、この周回回数は特に限定されない。円盤状のセラミックス基体18の内部には、抵抗発熱体3Bが埋設されている。抵抗発熱体3Bの端部に、端子9C、9Dが、それぞれ接続されている。

【0026】セラミックス基体8の内周面8a内に、円盤状のセラミックスヒーター16を設置する。内周面8aと、基体18の側周面18aとが対向する。

【0027】本実施例においては、前記した本発明の効果を奏しうる他、セラミックスヒーターを製造した後、廃棄材が残らないので、廃棄材の製造コストを削減できる。

【0028】図1、図2、図3を参照しつつ説明した、上の実施例について、実際に製造実験を実施した。ただし、抵抗発熱体3A、3Bの材質としては、純度99%、直径0.5mmのタングステン線を使用した。このタングステン線をらせん状に巻回させ、巻回体を得た。この巻回体の螺旋形状の直径を5mmとし、螺旋のピッチを0.5mmとした。

【0029】こうして得たタングステン線を、所定の発熱比となるように引き延ばし、この巻回体の両端に、端子9A、9B、9C、9Dをそれぞれ接続した。図1～図3に示す各抵抗発熱体3A、3Bの形状を有する各アニール型に、巻回体をそれぞれ設置、固定し、この状態で、真空中、1000°Cで熱処理した。

【0030】セラミックス粉末としては、仮焼が終わった後の窒化珪素粉末を使用した。一軸加圧成形時には、金型プレスを使用し、200kg/cm<sup>2</sup>の圧力を加えた。ホットプレス工程は、窒素雰囲気中、1800°Cで実施した。

【0031】こうして得られた円盤状焼成体7Aを、円筒研削加工、平面研削加工した後、円盤状焼成体をX線撮影してタングステン線の平面的位置を確認した。そして、周波数16キロヘルツ、出力1000ワットの超音波加工機によって加工し、分割し、セラミックスヒーター6と16とを得た。

【0032】この分割に際しては、最終的に円形の切断線に沿って、ヒーター6と16とが分離される。まず、

円盤状焼成体7Aの一方の主面を上向きにし、上記の切断線に沿い、厚み方向に見て半分を切断した。次いで、円盤状焼成体7Aを引っ繰り返し、他方の主面を上向きにし、上記の切断線に沿い、厚み方向に見た残りの半分の半分を切断した。

【0033】端子9A、9B、9C、9Dを、放電加工によって加工した。最終的に、円盤状セラミックスヒーター16の外径を15.7mmとし、厚さを1.7mmとした。円環形状のセラミックスヒーター6の内径を16.0mmとし、外径を23.5mmとし、厚さを1.7mmとした。ここで、円盤状ヒーターの部分と円環状ヒーターの部分との間の隙間は、望ましくは、ヒーターの厚さをt、隙間をdとすると、 $t/d \geq 8$ とすることが好ましい。t/dが8よりも小さいと、即ち、相対的に見て隙間dが大きいと、この隙間の部分でコールドスポットが発生し易い。

【0034】このようにして作成した各セラミックスヒーター6、16について、X線探傷試験、超音波探傷試験、マイクロ試験によって調査したが、セラミックスヒーターの外観、内部には、クラック、欠け、損傷は存在しなかった。

【0035】次に、図4に概略的に示す装置を使用して、各セラミックスヒーターの絶縁性能を検査した。ただし、図4においては、説明の便宜上、1つの断面内に、端子9A、9B、9C、9Dを示している。また、セラミックスヒーター16には、温度測定及び制御用の熱電対を挿入するための挿入孔4を形成し、ヒーター16を取り付けるためのネジ孔14を形成した。

【0036】まず、ヒーター6、16を、ステンレス製の容器10の中に静置した。次いで、水11を、各ヒーター6、16の各端子の表面の高さに達するまで、容器10内に注入した。この際、熱電対の挿入孔4及びネジ孔14にも水11を注入した。そして、絶縁抵抗測定器(メガテスター)により、端子9A—ステンレス製容器10間Aの抵抗ΩA、端子9C—熱電対の挿入孔4間Bの抵抗ΩB、及び、端子9C—ネジ孔14間の抵抗ΩCについて、500Vの直流電圧を印加し、抵抗値を測定した。

【0037】これらの各抵抗値は、1000MΩ以上であることを確認した。端子9A—ステンレス製容器10間Aの抵抗ΩAを、端子とセラミックス基体(端子設置面以外)との間の、絶縁抵抗値とみなす。この結果、ΩA、ΩB、ΩCの値は、それぞれ2000MΩ以上であることを確認した。

【0038】また、セラミックスヒーター6、16を、真空中で、室温から1000°Cまで温度を上昇させ、1000°Cで2時間保持し、加熱試験を実施した。温度上昇速度は、10°C/分とした。この結果、セラミックスヒーターの制御性、安定性に、まったく問題は生じなかった。

【0039】次に、成形体の形状が盤状であり、焼成体を分割することにより、それぞれ抵抗発熱体が埋設されている盤状のセラミックスヒーターを製造する態様について、実施例を述べる。

【0040】本実施例では、図5に示す円盤状の焼成体7Bを製造する。このためには、まず、セラミックス粉末を、ある程度の硬さになるまで予備成形する。例えばワイヤー形状の抵抗発熱体3Cを、例えば4個、予備成形体の凹部に収容し、この上にセラミックス粉末を充填し、この粉末を一軸加圧成形し、円盤状成形体を作成する。

【0041】この円盤状成形体をホットプレス焼結させ、図5に示すように、円盤状焼成体7Bを製造する。セラミックス基体5Bには、抵抗発熱体3Cが4個埋設されている。セラミックス基体5Bを平面研削加工し、次いでその側周面を、円形となるように研削加工する。

【0042】次いで、各抵抗発熱体3Cの位置を検査しつつ、超音波加工等によってセラミックス基体5Bをくり抜き加工する。この結果、図6及び図7に示すように、円盤状セラミックスヒーター26を、合計4個製造することができる。

【0043】各円盤状セラミックス基体28の内部に、それぞれ1本の抵抗発熱体3Cが設けられている。抵抗発熱体3Cの端部に、端子9E、9Fが、それぞれ接続されている。本実施例では、抵抗発熱体3Cが、端子9Eと9Fとの間で、約3周しているが、この周回回数は特に限定されない。

【0044】円盤状焼成体7Bから、4個のセラミックスヒーター26をくり抜いた結果、廃棄材20には、4個の円形孔21が残される。

【0045】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、複数のセラミックスヒーターを製造するのに際し、セラミックスヒーターの製造にかかる延べ時間を短くし、製造工程を簡略化し、製造設備の利用効率を向上させ、製造\*

\*コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】プレス成形機の金型内で成形された成形体2を模式的に示す断面図である。

【図2】(a)は、セラミックス焼成体7Aを示す断面図である。(b)は、セラミックスヒーター6及び16を示す断面図である。

【図3】セラミックスヒーター16をセラミックスヒーター6の内側に設置した状態を示す平面図である。

【図4】セラミックスヒーター6及び16を、絶縁抵抗値の測定のために、容器10内に設置した状態を示す断面図である。

【図5】円盤状焼成体7Bを示す平面図である。

【図6】廃棄材20及び円盤状セラミックスヒーター26を示す平面図である。

【図7】廃棄材20及び円盤状セラミックスヒーター26を示す断面図である。

【図8】プレス成形機の金型内で成形された成形体12を模式的に示す断面図である。

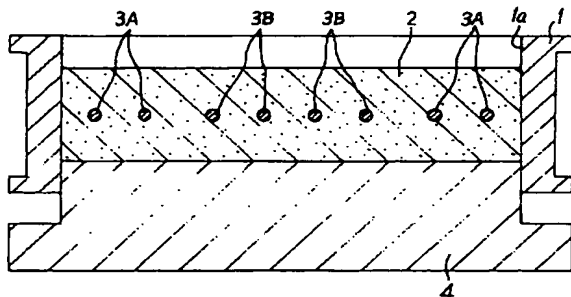
【図9】(a)は、円盤状焼成体17を示す断面図である。(b)は、円環形状のセラミックスヒーター6及び廃棄材30を示す断面図である。

【図10】円環形状のセラミックスヒーターを製造するための形状を備えた、ホットプレス用の型を模式的に示す断面図である。

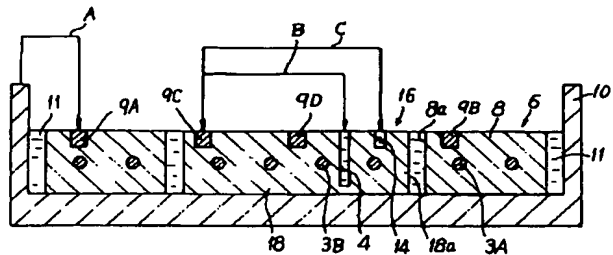
【符号の説明】

2、12 成形体 3A 外周側抵抗発熱体 3B 内周側抵抗発熱体 3C 抵抗発熱体 4 熱電対の挿入孔 5A 5B 円盤状のセラミックス基体 6 円環形状のセラミックスヒーター 7A 円盤状のセラミックス焼成体 8 円環形状のセラミックス基体 9A 9B 9C 9D 9E端子 10 ステンレス製の容器 11 水 16、26 円盤状セラミックスヒーター 18、28 円盤状基体 20、30 廃棄材

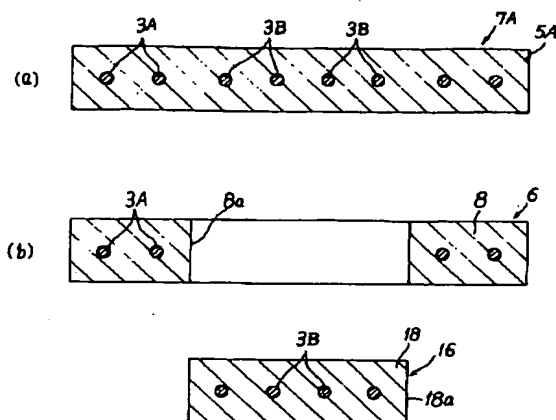
【図1】



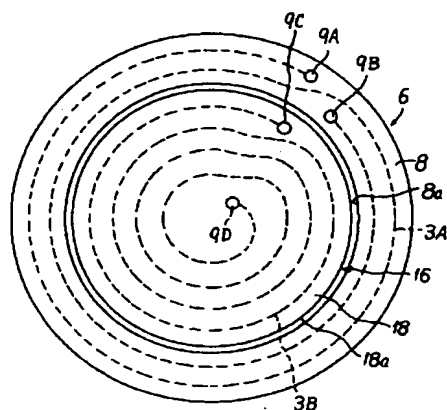
【図4】



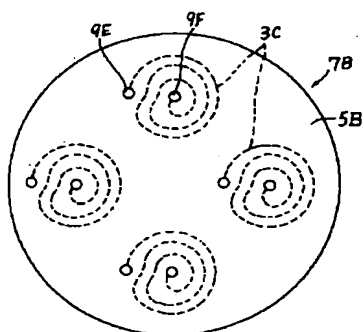
【図 2】



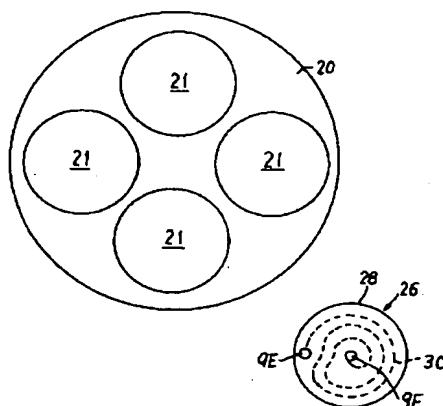
【図 3】



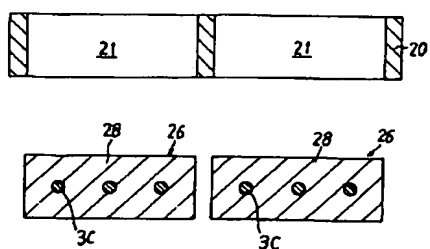
【図 5】



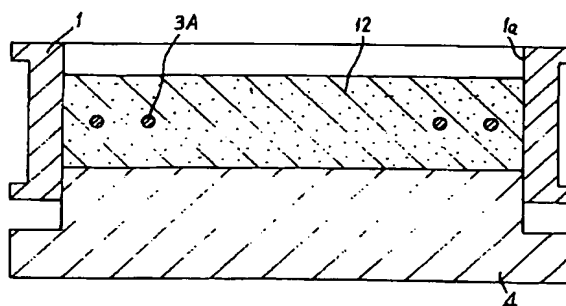
【図 6】



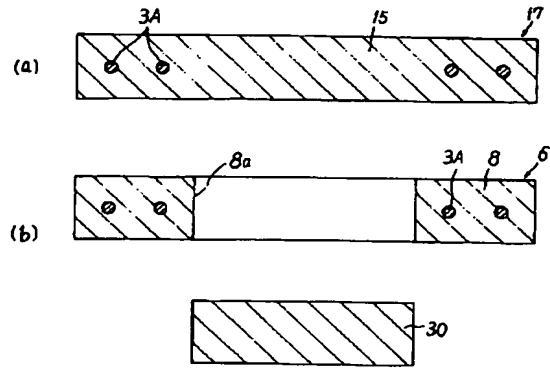
【図 7】



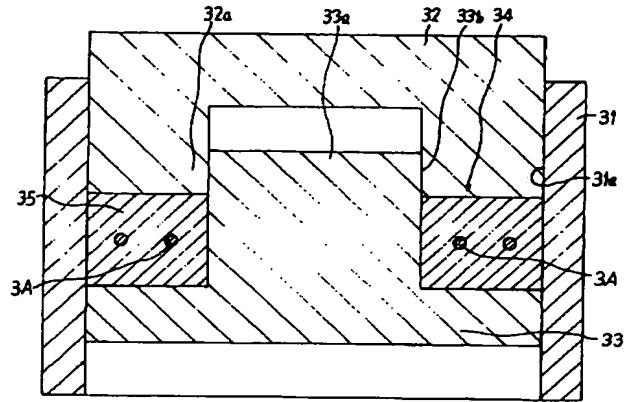
【図 8】



【図9】



【図10】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**